

# PERENCANAAN TEKNIS JARINGAN PERPIPAAN AIR BERSIH DENGAN SISTEM PENGALIRAN POMPA DI DESA SUSULAKU A KECAMATAN INSANA KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA

Gaspar Y. K. Tuames<sup>1</sup> ([tuames\\_gaspar@yahoo.com](mailto:tuames_gaspar@yahoo.com))  
 Wilhelmus Bunganaen<sup>2</sup> ([wilembunganaen@yahoo.co.id](mailto:wilembunganaen@yahoo.co.id))  
 Sudiyo Utomo<sup>3</sup> ([diyotomo@gmail.com](mailto:diyotomo@gmail.com))

## ABSTRAK

Desa Susulaku A memiliki sumber air yang cukup memadai tetapi yang menjadi kendala adalah sumber mata air berada di bawah pemukiman warga sehingga diperlukan pompa untuk menaikkan air ke pemukiman warga. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan jaringan perpipaan air bersih dengan sistem pengaliran pompa di Desa Susulaku A. Metode yang digunakan dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan Metode Aritmatik, menghitung pertambahan jumlah fasilitas, serta perhitungan proyeksi kebutuhan air. Selanjutnya melakukan analisis hidrolis pada pompa dan jaringan pipa serta hal yang diperhatikan dalam sistem operasional dan pemeliharaan. Hasil proyeksi jumlah penduduk Dusun II Desa Susulaku A tahun 2023 adalah 631 jiwa. Besar kebutuhan air pada tahun rencana adalah 0,47 ltr/dtk. Debit Mata Air Oetak adalah 1,727 ltr/dtk. Jenis pipa yang digunakan adalah jenis pipa GIP, berdiameter pipa 2 inchi dan 2,5 inchi. Volume bak penampung mata air (BPMA) 14 m<sup>3</sup>, volume bak penampung (BP) 12 m<sup>3</sup> dan volume hidran umum (HU) 10 m<sup>3</sup>. Spesifikasi pompa 65 x 50X<sub>2</sub> - 5 15 dengan waktu beroperasi pagi hari 1 jam dan sore hari 1 jam. Teknis operasional menyangkut hal-hal teknik yakni rincian kebutuhan operasional dan pemeliharaan, pelaku dan keterampilan yang dibutuhkan. Organisasi pengelola terdiri dari struktur organisasi dan tata peran serta perkiraan biaya operasional dan pemeliharaan perbulan adalah Rp 2.347.300, sehingga tarif yang dikenakan adalah Rp 25.000/KK/bulan.

**Kata kunci : pompa, jaringan pipa, sistem operasional dan pemeliharaan**

## ABSTRACT

*The Susulaku A Village have adequate water source but the are some consentrain that is the water source is located under the citizen housing so to bossting up the water to citizen housing, the pump watering system is needed. The purpose of this research is to design the clean water pipeline network with pump watering system at Susulaku A village. The used method to calculating the projected of population amount is aritmatic method, calculating the increase amount of facility and also calculating the projected of the water requirement.. The next step is doing the Hydraulic Analyze of pump and pipeline network by considered the operation and maintenance system. The result of projected population amount in Area II of Susulaku A village in 2023 is 631. The number of water requirement based on the year plan is 0,47 liter/sec. Oetak spring debit is 1,727 liter/sec. The type of pipe in this research is GIP pipe with diameter 2,00 inch and diameter 2,50 inch. The spring basin volume (BPMA) is 14 m<sup>3</sup>, Basin volume (BP) is 12 m<sup>3</sup>, and volume public hydrants (HU) is 10 m<sup>3</sup>. The pump specification is 65 x 50X<sub>2</sub> – 5 15 with operation time 1 hour in the morning and 1 hour in the afternoon. Operational technic are concern maintenance and operational requirement details, treatment and competent worker is also needed. The management organization consists of structural organization and the role arrangement and also projected of operational and maintenance finance is Rp.2.347.300, so the contribution charged is Rp.25.000/household/month.*

**Keywords : pump, pipeline network, operational and maintenance system**

<sup>1</sup> Penamat Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.

## PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, manusia tidak dapat melanjutkan kehidupannya tanpa penyediaan air yang cukup baik dari segi kuantitas dan kualitas. Pesatnya pertumbuhan penduduk pada suatu daerah berdampak terhadap besarnya kebutuhan air bersih. Beberapa masalah yang timbul dalam pemenuhan kebutuhan air adalah jumlah atau ketersediaan sumber air, pengolahan sumber air, posisi atau letak sumber air, sistem pendistribusian dan sistem operasional dan pemeliharaan yang berkelanjutan.

Desa Susulaku A merupakan salah satu desa dari 18 desa yang berada dalam wilayah Kecamatan Insana, Kabupaten Timor Tengah Utara. Jumlah penduduk Desa Susulaku A 962 jiwa yang terdiri dari 226 KK, dengan rincian laki-laki sebanyak 471 jiwa dan perempuan 491 jiwa (Data Desa Susulaku tahun 2012), jumlah penduduk tersebut mendiami dua dusun yakni Dusun I (Nautus) dan Dusun II (Manuinhau, Oepaha, dan Oekato). Wilayah Desa Susulaku A merupakan wilayah dengan karakteristik perbukitan rendah yang menyebabkan sirkulasi air tidak merata. Meskipun wilayah tersebut memiliki sumber air yang cukup memadai, namun yang menjadi kendala adalah lokasi sumber mata air berada lebih rendah dari sebagian besar pemukiman warga.

Sumber mata air Oetak yang memiliki debit pengaliran 1,727 liter/detik (hasil pengukuran November 2013) menggunakan sistem gravitasi untuk pengaliran sehingga pipa transmisi yang digunakan hanya melayani sebagian masyarakat yang bermukim di Nautus (Dusun I) sedangkan sebagian besar masyarakat yang berada di sekitar sumber air (masyarakat Manuihau) tidak mendapatkan distribusi air bersih. Hal ini diakibatkan sumber air Oetak memiliki elevasi lebih rendah dari masyarakat Manuinhau yang merupakan daerah pengembangan di Desa Susulaku A.

Dalam menjaga keberlanjutan jaringan perpipaan dengan sistem pengaliran pompa yang direncanakan maka diperlukan suatu sistem operasional dan pemeliharaan sehingga sarana yang telah dibangun dapat berfungsi sesuai rencana.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak (Sutrisno.dkk,1987;23)

### Jumlah Penduduk Pemakai Air Bersih

Pertambahan penduduk dapat dianalisa dengan menggunakan tiga metode di bawah ini dan dari ketiga rumus tersebut dipilih jumlah penduduk pada tahun rencana yang lebih besar sebagai penduduk rencana (Adu, A.2006;13), antara lain:

1. Metode Aritmatik
 
$$P_n = P_o + (n.q)P_o \quad (1)$$

2. Metode Geometrik
 
$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n \quad (2)$$

3. Metode Eksponensial
 
$$P_n = P_o \cdot e^{n \cdot q} \quad (3)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun rencana

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun dasar

$n$  = selisih tahun terhadap tahun dasar

$q$  = tingkat perkembangan penduduk

$e$  = bilangan ekponensial = 2,718282

### Jumlah Fasilitas Pemakai Air Bersih

Selain jumlah penduduk, juga perlu diketahui jumlah fasilitas – fasilitas umum yang ada di Dusun II Desa Susulaku A dan untuk memproyeksikan jumlah fasilitas–fasilitas umum dapat dihitung dengan rumus (Adu, A.2006;14) :

$$F_n = K \cdot F_o \quad (4)$$

$$K = P_n / P_o \quad (5)$$

Dimana:

$F_n$  = jumlah fasilitas pada tahun rencana

$F_o$  = jumlah fasilitas pada tahun dasar

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun rencana

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun dasar

### Jumlah Kebutuhan Air Bersih Suatu Wilayah pada Tahun Rencana

Setelah diketahui jumlah penduduk rencana ( $P_n$ ) dan jumlah fasilitas tahun rencana ( $F_n$ ) maka dapat diketahui jumlah kebutuhan air bersih suatu wilayah atau debit rencana ( $Q_r$ ), yaitu dengan rumus (Adu, A.2006;15) :

$$Q_r = (P_n \cdot q) + (F_n \cdot q) \quad (6)$$

Dimana:

$Q_r$  = debit rencana ( $m^3/det$ )

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun rencana

$q$  = besarnya kebutuhan air (litr/org/hr)

$F_n$  = jumlah fasilitas pada tahun rencana

### Standar Kebutuhan Air Bersih

Tabel. 1 Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Air Domestik

| No | URAIAN / KRITERIA                                  | KATEGORI KOTA BERDASARKAN |                             |                           |                           |                           |
|----|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|    |  | >1.000.000                | 500.000<br>s/d<br>1.000.000 | 100.000<br>s/d<br>500.000 | 20.000<br>s/d<br>100.000  | < 20.000                  |
|    |  | Kota Metropolitan         | Kota Besar                  | Kota Sedang               | Kota Kecil                | Desa                      |
| 1  | Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (litr/org/hari) | > 150                     | 150 - 120                   | 90 - 120                  | 80 - 120                  | 60 - 80                   |
| 2  | Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) (litr/org/hari)     | 20 - 40                   | 20 - 40                     | 20 - 40                   | 20 - 40                   | 20 - 40                   |
| 3  | Faktor hari maksimum                               | 1.15 - 1.25<br>* harian   | 1.15 - 1.25<br>* harian     | 1.15 - 1.25<br>* harian   | 1.15 - 1.25<br>* harian   | 1.15 - 1.25<br>* harian   |
| 4  | Faktor jam puncak                                  | 1.75 - 2.0<br>* hari maks | 1.75 - 2.0<br>* hari maks   | 1.75 - 2.0<br>* hari maks | 1.75 - 2.0<br>* hari maks | 1.75 - 2.0<br>* hari maks |
| 5  | Jumlah jiwa per SR (Jiwa)                          | 5                         | 5                           | 5                         | 5                         | 5                         |
| 6  | Jumlah jiwa per HU (Jiwa)                          | 100                       | 100                         | 100                       | 100 - 200                 | 200                       |
| 7  | Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter)        | 10                        | 10                          | 10                        | 10                        | 10                        |
| 8  | Jam operasi (jam)                                  | 24                        | 24                          | 24                        | 24                        | 24                        |
| 9  | Volume reservoir (% max day demand)                | 15 - 25                   | 15 - 25                     | 15 - 25                   | 15 - 25                   | 15 - 25                   |
| 10 | SR : HU  | 50 : 50<br>s/d<br>80 : 20 | 50 : 50<br>s/d<br>80 : 20   | 80 : 20<br>s/d<br>80 : 20 | 70 : 30                   | 70 : 30                   |

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya, Dinas PU, 1996

Standar kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dipergunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kebutuhan air domestik dapat dilihat pada Tabel 1

## Kehilangan Energi

### 1. Kehilangan energi pada pompa

Untuk menghitung kehilangan total pompa digunakan rumus (Sularso, Harou.T, 1996;26):

$$h = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2}{2g} \quad (7)$$

Dimana:

$h$  = kehilangan energi total pompa (m)

$h_a$  = kehilangan energi statis total (m)

$h_a = h_s + h_d$

(8)

$\Delta h_p$  = perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

$h_l$  = berbagai kehilangan akibat gesekan, katup, belokan (m)

$V_d$  = kecepatan aliran (m/dtk)

$g$  = percepatan gravitasi (9.81 m/dtk<sup>2</sup>)

### 2. Kehilangan energi pada pipa

#### a. Kehilangan energi akibat gesekan (*major losses*)

Kehilangan energi akibat gesekan dengan dinding pipa di aliran seragam dapat dihitung dengan persamaan Darcy-Weisbach (Kodoatie.R.J,2002;243). Persamaan sebagai berikut :

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

Dimana:

$h_f$  = kehilangan energi oleh tahanan permukaan pipa (m)

$f$  = koefisien tahanan permukaan pipa dikenal dengan Darcy – Weisbach faktor gesekan)

$L$  = panjang pipa (m)

$V$  = kecepatan aliran (m/dtk)

$d$  = diameter pipa (m)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

#### b. Kehilangan energi tahanan dan bentuk pipa (*minor losses*) : kehilangan energi akibat katup ( $h_v$ ), kehilangan energi akibat belokan ( $h_b$ ).

## Daya Pompa

Menghitung daya pompa dilakukan untuk mengetahui spesifikasi pompa yang akan digunakan sehingga didapatkan efisiensi penggunaan daya, desain dan harga instalasi pompa serta penggerakannya yang lebih ekonomis. Adapun beberapa langkah yang harus ditempuh untuk menghitung daya pompa adalah antara lain, dengan menghitung kehilangan energi yang terjadi pada instalasi pompa yang kita akan buat. Dari perhitungan kehilangan energi itu didapatkan kehilangan energi pada pompa yang merupakan kemampuan pompa untuk mentransfer air.

Daya yang diperlukan pompa untuk menaikkan zat cair (Triatmodjo,B, 2006;73) :

$$D = \frac{Q.H.\gamma}{75\eta} \quad (10)$$

Dimana:

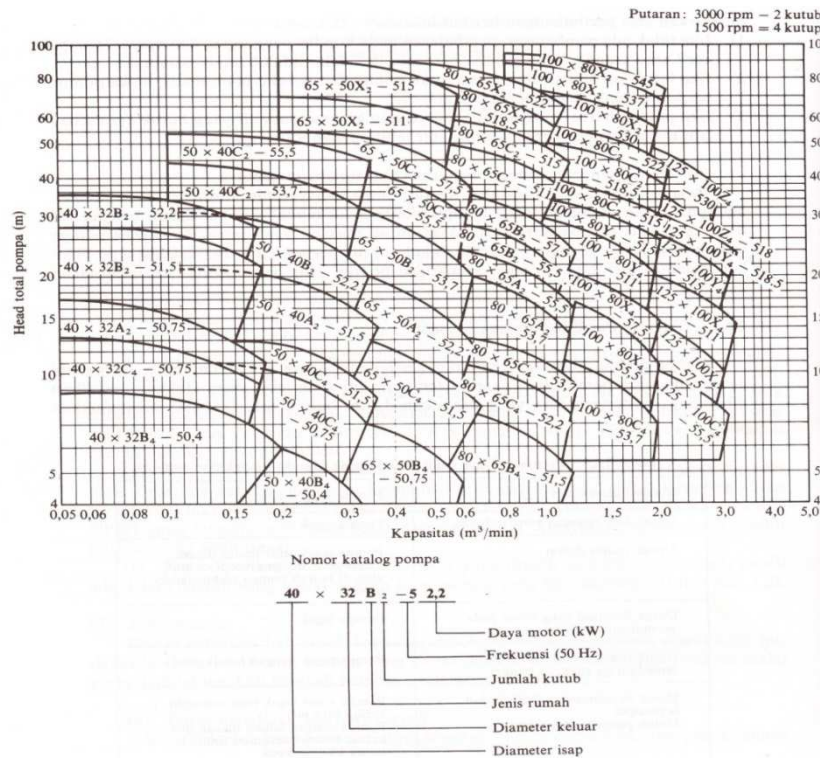
$D$  = daya (hp)

$Q$  = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

$H$  = tinggi tekanan efektif (m)

$\gamma$  = berat jenis zat cair ( $\text{kgf/m}^3$ )  
 $\eta$  = efisiensi pompa

Untuk pemilihan pompa digunakan diagram di bawah ini (Gambar 1). Dengan cara menarik garis lurus dari debit yang ada dengan satuan ( $\text{m}^3/\text{menit}$ ) dan head total pompa atau kehilangan energi total pada pompa. Pada pertemuan kedua garis tersebut maka dapat diketahui spesifikasi pompa yang akan digunakan.



Gambar 1 Diagram Pemeliharaan Pompa Umum

Sumber: Sularso dan Harou T, 1996; 52

### Sistem Operasional dan Pemeliharaan Jaringan Perpipaan Air Bersih

Operasional dan pemeliharaan adalah serangkaian kegiatan terencana dan sistematis yang dilakukan secara rutin, berkala maupun perbaikan sewaktu-waktu untuk menjaga agar prasarana yang telah dibangun tetap dapat berfungsi dan bermanfaat sesuai rencana (Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Desa, Dirjen Cipta Karya, 2010; 4).

Hal-hal yang diperhatikan dalam suatu sistem operasional dan pemeliharaan sarana perpipaan air bersih adalah teknis operasional dan pemeliharaan, organisasi pengelolaan dan biaya operasional pemeliharaan.

Secara umum perhitungan tarif atau harga pokok pelayanan air bersih dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Desa, 2010)

$$\text{Tarif air bersih} = \frac{\text{Seluruh biaya O dan P dalam 1 bulan (Rp)}}{\text{Jumlah air yang terjual dalam 1 bulan (m}^3\text{)}} \quad (11)$$

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Susulaku A, Kecamatan Insana Kabupaten Timor Tengah Utara, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Sumber air yang digunakan adalah Mata Air Oetak. Teknik pengambilan data dengan menggunakan teknik observasi dan teknik dokumentasi. Teknik observasi dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan terhadap obyek penelitian. Teknik

dokumentasi adalah teknik pengambilan data dengan mengambil teori-teori, rumus-rumus serta peraturan dan ketentuan yang menunjang dalam penelitian ini.

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Wadah/ jergen 5 liter
2. Theodolit
3. GPS ( *Global Positioning System*) tipe Garmin 60c
4. *Stopwatch* / Hp

Bahan yang digunakan yaitu lembar pengisian data pengukuran.

### **Sumber Data**

Sumber data penelitian ini terdiri dari :

1. Data primer  
Data primer adalah data yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan berupa data pengukuran debit air (Q), topografi (elevasi) dan panjang pipa (L) .
2. Data sekunder  
Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait dan hasil studi kepustakaan seperti data jumlah penduduk, peta topografi sekitar lokasi, studi literatur, tipe pompa yang akan dipakai.

### **Teknik Analisa Data**

Teknik analisis data dilakukan dengan cara memanfaatkan metode yang didapat dari studi literatur. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

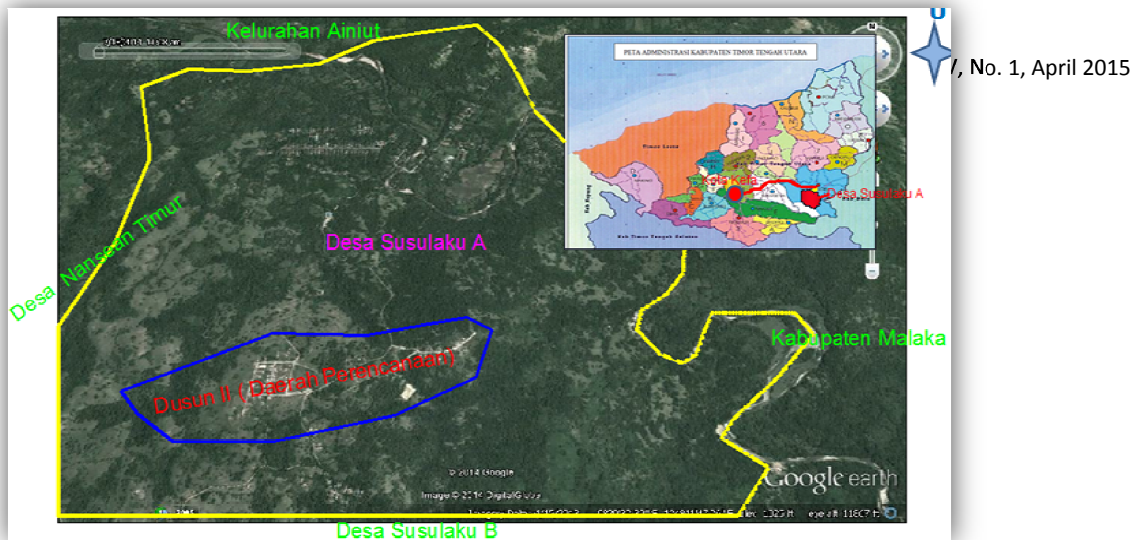
1. Melakukan pengumpulan data-data primer dan sekunder yang berupa data teknis dan data penunjang lainnya yang digunakan dalam analisa sistem jaringan distribusi air bersih.
2. Mengolah data- data jumlah penduduk dan jumlah fasilitas.
3. Menganalisis debit Q yang tersedia.
4. Menganalisis besar kebutuhan air bersih yang harus dipenuhi oleh sumber mata air Oetak.
5. Menghitung kehilangan energi untuk mendapatkan daya pompa yang akan digunakan
6. Menghitung kehilangan energi mayor dan kehilangan energi minor untuk jaringan transmisi pipa.
7. Tinggi kehilangan energi total dihitung dari penjumlahan tinggi kehilangan energi mayor, kehilangan energi minor.
8. Melakukan perencanaan dengan membuat gambar rencana jaringan distribusi air bersih.
9. Melakukan perencanaan sistem operasional dan pemeliharaan jaringan air bersih.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Desa Susulaku A terletak di Kecamatan Insana, Kabupaten Timor Tengah Utara, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Peta Desa Susulaku A dapat dilihat pada Gambar 2. Secara geografis Desa Susulaku A berbatasan dengan :

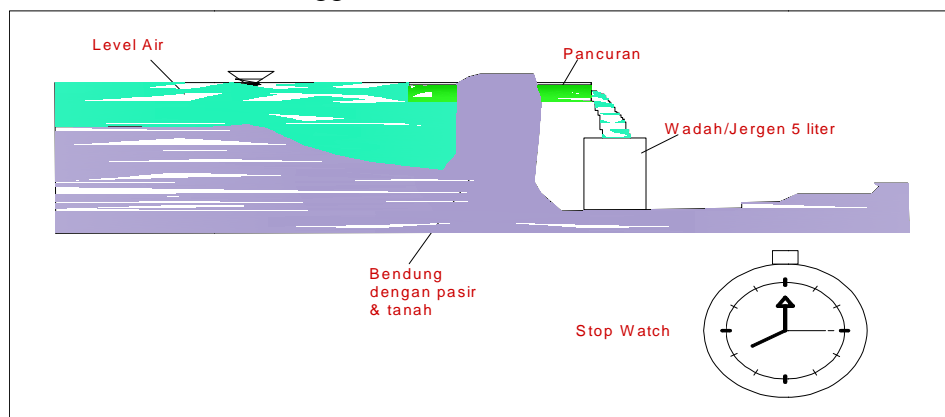
1. Sebelah Utara dengan Kelurahan Ainiut
2. Sebelah Selatan dengan Desa Susulaku B
3. Sebelah Timur dengan Kabupaten Malaka
4. Sebelah Barat dengan Desa Nansean Timur



*Gambar 2. Peta Desa Susulaku A  
Sumber : Google Earth, 2014*

### Debit Mata Air Oetak

Pengukuran debit mata air Oetak menggunakan metode volume metrik



*Gambar 3. Sketsa Pengukuran Debit Mata Air Oetak dengan Metode Volume Metrik*

Pengukuran debit dilakukan sebanyak 5 kali, hasil pengukuran debit Mata Air Oetak dapat dilihat pada Tabel 2.

*Tabel2 Hasil Pengukuran Debit Mata Air Oetak*

| Pengukuran | Waktu Pengukuran (detik) | Volume Wadah (Liter) | Debit (Q ) (liter/detik) |
|------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| I          | 2,86                     | 5                    | 1,748                    |
| II         | 2,89                     | 5                    | 1,730                    |
| III        | 2,92                     | 5                    | 1,712                    |
| IV         | 2,93                     | 5                    | 1,706                    |
| V          | 2,88                     | 5                    | 1,736                    |
| Rata-rata  | 2,90                     | 5                    | 1,727                    |

*Sumber: Hasil Pengukuran, 2013*

Dari Tabel 2 diperoleh debit Mata Air Oetak adalah 1,727 liter/detik

### Proyeksi Jumlah Penduduk dan Kebutuhan Air Bersih Pertumbuhan

Data yang akan digunakan dalam penulisan ini yaitu 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2013. Khusus untuk daerah perencanaan yakni Dusun II (Manuinbau, Oepaha dan



Oekato) jumlah penduduk yang digunakan yaitu dari tahun 2013 adalah 442 jiwa. Jumlah penduduk Dusun II Desa Susulaku A dapat di lihat pada Tabel 3.

*Tabel. 3 Jumlah Penduduk Dusun II Desa Susulaku A*

| No.    | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|--------|-------|------------------------|
|        |       |                        |
| 1      | 2004  | 303                    |
| 2      | 2005  | 317                    |
| 3      | 2006  | 332                    |
| 4      | 2007  | 351                    |
| 5      | 2008  | 364                    |
| 6      | 2009  | 379                    |
| 7      | 2010  | 392                    |
| 8      | 2011  | 408                    |
| 9      | 2012  | 425                    |
| 10     | 2013  | 442                    |
|        |       |                        |
| Jumlah |       | 3713                   |

*Sumber : Data Desa Susulaku A Tahun 2013*

Dalam mengetahui besar kebutuhan air bersih di Desa Susulaku A, tentunya perlu diperkirakan jumlah penduduk untuk periode 10 tahun perencanaan yaitu dari tahun 2013 hingga tahun 2023.

1. Metode Aritmatik

Proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2014 dengan Metode Aritmatik sebagai berikut:

$$P_n = P_o + (n \cdot q) P_o \quad (\text{Pers 1})$$

$$P_{2014} = 442 + (1 \times 0.043) 442$$

$$= 460,950 \text{ org} \approx 461 \text{ org}$$

2. Metode Geometrik

Proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2014 dengan Metode Geometrik sebagai berikut:

$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n \quad (\text{Pers 2})$$

$$P_{2014} = 442 \cdot (1 + 0.043)^1$$

$$= 460.910 \text{ org} \approx 461 \text{ org}$$

3. Metode Eksponensial

Proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2014 dengan Metode Eksponensial sebagai berikut:

$$P_n = P_o \cdot e^{(n \cdot q)} \quad (\text{Pers. 3})$$

$$P_{2012} = 442 \times (2.7182818)^{1 \times 0.043}$$

$$= 461,360 \text{ org} \approx 462 \text{ org}$$

Rekapitulasi pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun kedepan dengan Metode Aritmatik, Metode Geometrik dan Metode Eksponensial dilihat pada Tabel 4.



**Tabel 4 Rekapitulasi Proyeksi Jumlah Penduduk Dusun II Desa Susulaku A pada Tahun 2014 – 2023**

| No | Tahun Proyeksi | Dusun II Desa Susulaku A |                         |                            |
|----|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
|    |                | Metode Aritmatik (Jiwa)  | Metode Geometrik (Jiwa) | Metode Eksponensial (Jiwa) |
| 1  | 2014           | 461                      | 461                     | 461                        |
| 2  | 2015           | 480                      | 481                     | 482                        |
| 3  | 2016           | 499                      | 501                     | 503                        |
| 4  | 2017           | 518                      | 523                     | 525                        |
| 5  | 2018           | 537                      | 545                     | 548                        |
| 6  | 2019           | 556                      | 569                     | 572                        |
| 7  | 2020           | 575                      | 593                     | 597                        |
| 8  | 2021           | 594                      | 618                     | 623                        |
| 9  | 2022           | 613                      | 645                     | 650                        |
| 10 | 2023           | 631                      | 673                     | 679                        |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014.

#### Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Dalam pengujian ini, yang akan di uji adalah hasil proyeksi dari ketiga metode tersebut yakni antara Metode Aritmatik, Metode Geometrik dan Metode Eksponensial. Standar deviasi digunakan untuk menentukan ketiga metode yang dapat dipilih.

Rekapitulasi perhitungan standar deviasi pada ketiga metode proyeksi dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi dari Ketiga Metode pada Dusun II Desa Susulaku A**

| No. | Metode       | Standar deviasi (s) |
|-----|--------------|---------------------|
| 1   | Aritmatik    | 111,965             |
| 2   | Geometrik    | 174,475             |
| 3   | Eksponensial | 180,060             |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014.

Dari hasil perhitungan standar deviasi dari ketiga metode tersebut, maka diperoleh standar deviasi terkecil yaitu Metode Aritmatik yang artinya rata-rata penyimpangan terkecil dari sebaran data adalah Metode Aritmatik, sehingga metode yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih adalah hasil proyeksi penduduk dari Metode Aritmatik.

#### Proyeksi Jumlah Fasilitas Kebutuhan Air Bersih

Pada Dusun II Desa Susulaku A hanya terdapat 1 unit fasilitas peribadatan, sedangkan fasilitas-fasilitas yang lain belum ada. Jumlah penduduk pada tahun 2013 adalah 442 orang dan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2023 adalah 631 orang

Perhitungan proyeksi jumlah kebutuhan air bersih dilakukan berdasarkan jumlah fasilitas-fasilitas yang ada pada Dusun II Desa Susulaku A. Perhitungan proyeksi jumlah fasilitas peribadatan untuk tahun 2023 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_n &= K \cdot F_o & (\text{Pers 4}) \\
 F_{2023} &= K \times F_{2013} \\
 K &= P_{2023} / P_{2013} \\
 &= 631 / 442 \\
 K &= 1,430 \\
 F_{2023} &= 1 \text{ unit} \times 1,430 = 1,430 \approx 2 \text{ unit fasilitas peribadatan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dihitung besar kebutuhan air bersih pada fasilitas-fasilitas tersebut pada tahun dasar dan tahun rencana adalah sebagai berikut:

Besar kebutuhan air untuk untuk fasilitas peribadatan untuk tahun 2023 terdapat 2 unit sehingga besar kebutuhan air bersih untuk tahun 2023 adalah :

$$1500 \text{ ltr/hari} \times 2 = 3000 \text{ ltr/hari} = 0,035 \text{ ltr/dtk}$$

### Besar Kebutuhan Air Bersih untuk Suatu Wilayah pada Tahun Rencana

Kebutuhan air bersih suatu wilayah mencakup kebutuhan air bersih suatu rumah tangga. Untuk memperoleh besarnya kebutuhan air bersih suatu wilayah diperoleh dengan mengalikan jumlah konsumen dengan standar kebutuhan pemakaian air bersih orang/hari, ditambah dengan pemakaian air pada fasilitas-fasilitas yang ada.

Berdasarkan jumlah penduduk Dusun II Desa Susulaku A pada tahun 2013 dan 2023 yaitu masing-masing sebesar 442 orang dan 631 orang, standar air bersih untuk rumah tangga di desa adalah 60 liter/orang/hari. besar kebutuhan pada fasilitas peribadatan di Dusun II Desa Susulaku A tahun 2013 dan 2023 yaitu masing-masing yaitu 1500 liter/hari dan 3000 liter/hari maka besar kebutuhan air di Dusun II Desa Susulaku A pada tahun 2013 dan 2023 dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_r = (P_n \cdot q) + (F_n \cdot q) \quad (\text{Pers 6})$$

$$Q_{2013} = \{(442 \times 60) + 1500\} = 28020 \text{ liter/hari} \\ = 0,320 \text{ liter/detik}$$

$$Q_{2023} = \{(631 \times 60) + 3000\} = 40860 \text{ liter/hari} \\ = 0,470 \text{ liter/detik}$$

Berdasarkan kebutuhan air bersih yang telah dihitung untuk tahun dasar 2013 yaitu 0,32 liter/detik dan tahun rencana 2023 yaitu 0,47 liter/detik dengan debit sumber mata air Oetak yaitu 1,727 liter/detik, dengan demikian besarnya debit air masih cukup untuk melayani wilayah Dusun II Desa Susulaku A sampai tahun 2023.

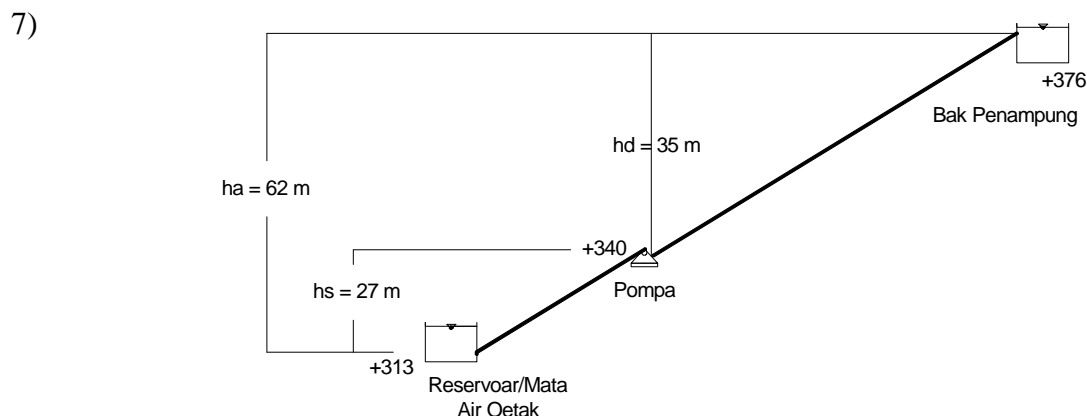
### Kehilangan Energi

#### 1. Kehilangan energi pada pompa

Untuk menghitung kehilangan total pompa digunakan rumus (Sularso, Harou.T, 1996;26).

Skema kehilangan energi pada pompa dapat dilihat pada Gambar 4.

$$h = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2}{2g} \quad (\text{Pers 7})$$



Gambar 4 Skema Pompa

Sumber : Hasil Pengukuran, 2014

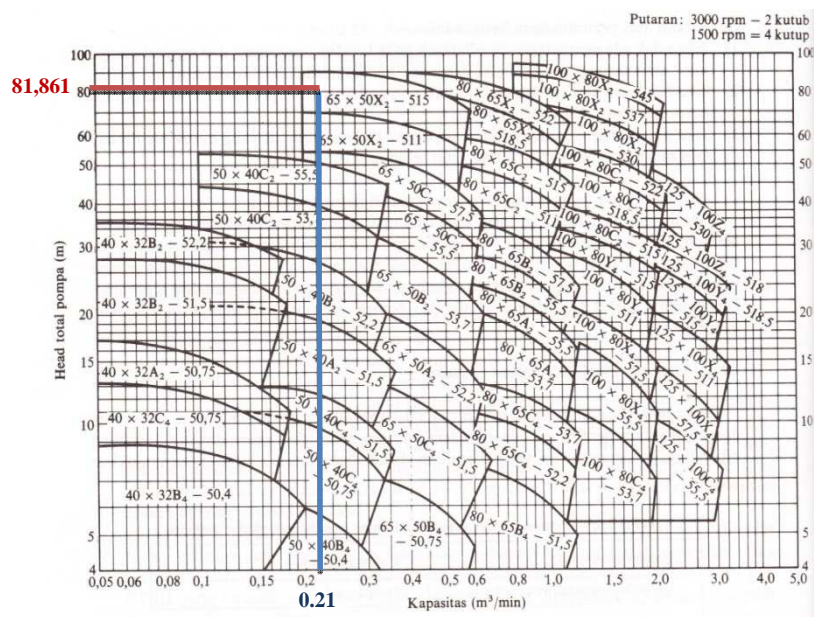
Hasil perhitungan kehilangan energi pada pompa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi pada Pompa

| d (m)   | V <sub>d</sub> (m/dtk) | h <sub>l</sub> isap | h <sub>l</sub> keluar | h <sub>l</sub> | h <sub>a</sub> | Δh <sub>p</sub> |
|---|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 0,05  | 0,880                  | 1,639               | 7,505                 | 9,144          | 62             | 0               |
| $h = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2}{2g}$ |                        | = 71,183 m          |                       |                |                |                 |
| Over Head 15%                                   |                        | = 81,861 m          |                       |                |                |                 |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Perhitungan daya pompa (D) menggunakan diagram pemelihan pompa umum Sularsodan Tahara seperti Gambar 5 dengan total kehilangan energi pada pompa (h) adalah 81,861 m.



Gambar 5 Diagram Pemelihan Pompa Umum

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

Dari diagram pemilihan pompa di atas diperoleh spesifikasi pompa yang digunakan adalah 65 x 50X<sub>2</sub> - 515 dan kapasitas pompa 2,1 m<sup>3</sup>/menit = 3,5 liter/detik dengan spesifikasinya sebagai berikut:

- Diameter isap = 0,065 m
- Diameter keluar = 0,050 m
- Jumlah katup = 2 Katup
- Daya Motor = 15 kW = 15000 Watt

## 2. Kehilangan energi pada pipa distribusi

### a. Kehilangan energi akibat gesekan (*major losses*)

Terdapat dua jalur pipa distribusi yakni jalur pertama dari Bak Penampung (BP) ke Hidran Umum 1 (HU<sub>1</sub>) dan jalur kedua dari Bak Penampung (BP) ke Hidran Umum 2 (HU<sub>2</sub>)

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \quad (\text{pers. 9})$$

- b. Kehilangan energi tahanan dan bentuk pipa (*minor losses*) : kehilangan energi akibat katup ( $h_v$ ), kehilangan energi akibat belokan ( $h_b$ ).

Hasil perhitungan kehilangan energi pipa distribusi dapat dilihat pada Tabel 7.

*Tabel 7 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi pipa Pipa Distribusi*

| No | L (m)                      | d (m) | V (m/dtk) | $h_{minor}$ | $h_{mayor}$ | h      |
|----|----------------------------|-------|-----------|-------------|-------------|--------|
| 1  | dari BP ke HU <sub>1</sub> |       |           |             |             |        |
|    | 134                        | 0,05  | 0,880     | 0,089       | 3,914       | 4,003  |
| 2  | dari BP ke HU <sub>2</sub> |       |           |             |             |        |
|    | 800                        | 0,050 | 0,880     | 0,100       | 23,366      | 23,466 |

*Sumber : Hasil Perhitungan, 2015*

### Waktu Operasi Pompa

Bak Penampung (BP) yang direncanakan adalah 12 m<sup>3</sup>, setelah air dipompa menuju BP hingga terisi penuh, selanjutnya air dalam BP akan didistribusikan menuju HU<sub>1</sub> dan HU<sub>2</sub> dengan cara gravitasi untuk mengisi HU bervolume masing-masing 10 m<sup>3</sup>, untuk mengurangi lamanya waktu operasi pompa maka waktu pompa dibagi menjadi 2 yakni pada pagi hari dan sore hari.

1. Pagi hari (dari BP menuju HU<sub>1</sub>)

Waktu beroperasi pompa pada pagi hari untuk didistribusikan ke HU<sub>1</sub>

$$T_{pompa} = \frac{12000 \text{ ltr}}{3,5 \text{ ltr/dtk}}$$

$$T_{pompa} = 3428,57 \text{ dtk} = 57,142 \text{ menit}$$

$$T_{pompa} = 0,950 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam}$$

2. Sore hari (dari BP menuju HU<sub>2</sub>)

Waktu beroperasi pompa pada sore hari untuk didistribusikan ke HU<sub>2</sub>

$$T_{pompa} = \frac{12000 \text{ ltr}}{3,5 \text{ ltr/dtk}}$$

$$T_{pompa} = 3428,57 \text{ dtk} = 57,142 \text{ menit}$$

$$T_{pompa} = 0,950 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam}$$

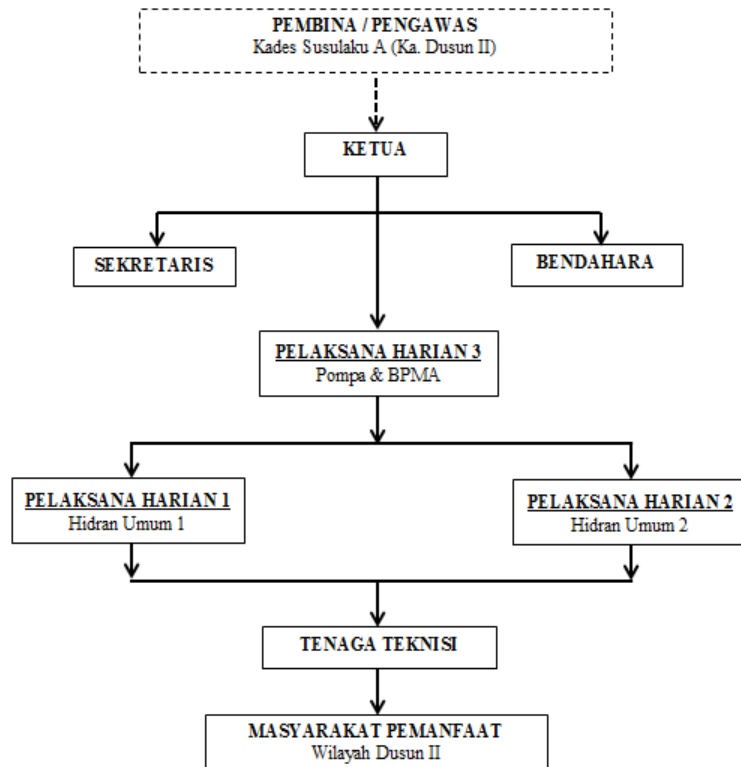
Jadi waktu beroperasi pompa pada pagi hari untuk didistribusikan ke HU<sub>1</sub> adalah 1 jam yakni dari pukul 05.30 s/d 06.30 WITA dan pada sore hari untuk didistribusikan ke HU<sub>1</sub> adalah 1 jam yakni dari pukul 16.00 s/d 17.00 WITA.

### Sistem Operasional dan Pemeliharaan Jaringan Perpipaan Air Bersih

Sistem operasional dan pemeliharaan adalah serangkaian kegiatan terencana dan sistematis yang dilakukan secara rutin, berkala maupun perbaikan sewaktu-waktu untuk menjaga agar prasarana yang telah dibangun tetap dapat berfungsi dan bermanfaat sesuai rencana.

Hal yang diperhatikan dalam sistem operasional dan pemeliharaan jaringan perpipaan air bersih adalah organisasi pengelola terdiri dari struktur organisasi dan tata peran (Gambar 6), Biaya operasional dan pemeliharaan (Tabel 8). Pembiayaan sarana air bersih terdiri dari jenis kontribusi, cara pengumpulan biaya, prinsip penetapan tarif, perhitungan tarif, mekanisme penetapan tarif dan peninjauan tarif secara berkala, serta teknis pelaksanaan operasional dan pemeliharaan

## 1. Organisasi pengelola air bersih Suf Ana Susulaku



Gambar 6. Struktur Organisasi Pengelola Air Bersih Suf Ana Susulaku dan Tata Peran

Sumber : Hasil Analisis, 2015

## Tata Peran

## a. Ketua:

Memimpin tim dan bertanggung jawab atas seluruh kegiatan OP sesuai peraturan organisasi serta program kerja yang telah diputuskan bersama

## b. Sekretaris:

melaksanakan kegiatan administrasi atau ketatausahaan OP

## c. Bendahara:

Menerima dan mengeluarkan uang, serta membuat pembukuan dan laporan keuangan OP

## d. Pelaksana harian:

melaksanakan kegiatan operasional dan pemeliharaan setiap hari pada wilayah kerja

## e. Tenaga teknis:

memperbaiki kerusakan pipa, pompa dan aksesoris lain yang membutuhkan keahlian khusus

## 2. Biaya operasional dan pemeliharaan

Tabel 8. Jenis Biaya dan Perkiraan Biaya Operasional Pemeliharaan Air Bersih Perbulan

| No | Jenis Biaya  | Rincian Biaya   | Perkiraan Biaya/bulan (Rp)   |
|----|--|---|--|
| 1  | Biaya Honor Tim Pengelola  | a. Ketua<br>b. Sekretaris<br>c. Bendahara<br>d. Pelaksana Harian 1<br>e. Pelaksana Harian 2<br>f. Pelaksana Harian 3<br>g. Tenaga Teknisi | Rp 200.000<br>Rp 150.000<br>Rp 150.000<br>Rp 200.000<br>Rp 200.000<br>Rp 200.000<br>Rp 100.000 |
| 2  | Biaya Pengoperasian Prasarana                                      | a. Listrik untuk Pompa  | Rp 837.300   |
| 3  | Biaya Perawatan dan Perbaikan Ringan Prasarana                     | a. BPMA<br>b. Pompa<br>c. Bak Penampung<br>d. Hidran Umum<br>e. Pipa dan Aksesoris  | Rp 10.000<br>Rp 50.000<br>Rp 10.000<br>Rp 20.000<br>Rp 10.000                                  |
| 4  | Biaya Penggantian investasi jika terjadi penyusutan atau kerusakan |   | Rp 150.000   |
| 5  | Biaya Umum   | a. Administrasi ( ATK, Foto copy, dsb)<br>b. konsumsi rapat   | Rp 10.000<br>Rp 40.000   |
| 6  | Biaya Lain-lain yang menjadi beban pelayanan (biaya tak terduga)   |   | Rp 10.000  |
|    |  | <b>Total</b>  | <b>Rp 2.347.300</b>  |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Perhitungan tarif/iuran perbulan sebagai berikut:

$$\text{Tarif air bersih} = \frac{\text{Rp } 2.347.300,-}{432 \text{ m}^3/\text{bulan}}$$

$$\text{Tarif air bersih} = \text{Rp } 5.434,- / \text{m}^3$$

$$\approx \text{Rp } 5.500,- / \text{m}^3$$

Tetapi untuk pemerataan biaya maka iuran dikenakan per kepala keluarga (KK) dengan jumlah KK Dusun II = 94 KK

$$\text{Tarif air bersih} = \frac{\text{Rp } 2.347.300,-}{94 \text{ KK}}$$

$$\text{Tarif air bersih} = \text{Rp } 24.971,- / \text{KK}$$

$$\approx \text{Rp } 25.000,- / \text{KK}$$

Jadi iuran yang dikenakan untuk biaya OP jaringan perpipaan yang direncanakan adalah Rp 25.000,- /KK / bulan

3. Teknis Pelaksanaan operasional menyangkut hal-hal teknik operasional dan pemeliharaannya knirincian kebutuhan operasional dan pemeliharaan, pelakudanketerampilan yang dibutuhkan, permasalahan yang seringterjadi, keterbatasandancatatanpentingpadasarana air bersih.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Daya (D) dan spesifikasi pompa yang digunakan untuk menaikkan air dari sumber air Oetak ke bak penampung adalah  $65 \times 50X_2 - 5$  15 dengan kapasitas pompa  $2,1 \text{ m}^3/\text{menit} = 3,5$  liter/detik spesifikasinya adalah sebagai berikut:
 

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Diameter isap   | = 0,065 m    |
| Diameter keluar | = 0,050 m    |
| Daya Motor      | = 15000 Watt |
| Jumlah katup    | = 2 Katup    |
2. Sistem pemompaan dan jaringan perpipaan yang direncanakan adalah:
  - a. Sistem pemompaan yang direncanakan adalah air dari mata air Oetak akan disalurkan menuju bak penampung mata air (BPMA/14000 liter) sebelum dipompa menuju bak penampung (BP/12000 liter). Posisi pompa berada pada jarak 52 m dan elevasi + 27 dari mata air Oetak. Waktu operasi pompa dalam sehari dibagi menjadi dua yakni pada pagi hari dan sore hari, pada pagi hari pompa beroperasi selama 1 jam dari pukul 05.30 s/d 06.30 WITA untuk didistribusikan ke HU<sub>1</sub> dan pada sore hari pompa beroperasi selama 1 jam dari pukul 16.00 s/d 17.00 WITA untuk didistribusikan ke HU<sub>2</sub>.
  - b. Sistem jaringan perpipaan yang direncanakan adalah air yang telah dipompa menuju bak penampung (BP/12000 liter) akan disalurkan menuju hidran umum (HU/10000 liter) secara gravitasi. Terdapat dua unit HU yakni HU<sub>1</sub> berada pada jarak 134 m dan elevasi -7 dari BP dan HU<sub>2</sub> berada pada jarak 800 m dan elevasi -40 dari BP. Jenis pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah jenis pipa GIP dengan diameter pipa 2 inchi = 0,050 m.
3. Hal yang diperhatikan dalam sistem operasional dan pemeliharaan sarana perpipaan air bersih yang berkelanjutan adalah:
  - a. Organisasi operasional dan pemeliharaan  
Organisasi pengelola terdiri dari struktur organisasi dan tata peran, (struktur organisasi Suf Ana Susulaku), kegiatan yang dilakukan, pelaporan dan pelatihan.
  - b. Biaya operasional dan pemeliharaan.  
Pembiayaan sarana air bersih terdiri dari jenis kontribusi, cara pengumpulan biaya, prinsip penetapan tarif, perhitungan tarif, mekanisme penetapan tarif dan peninjauan tarif secara berkala. Perkiraan biaya operasional dan pemeliharaan perbulan adalah Rp 2.347.300, sehingga tarif atau iuran yang dikenakan adalah Rp 25.000,-/KK/bulan.
  - c. Teknis operasional dan pemeliharaan  
Teknisoperasionalmenyangkuthal-halteknikoperasionaldanpemeliharaanyaknirinciankebutuhanoperasionaldanpemeliharaa n, pelakudanketerampilan yang dibutuhkan,permasalahan yang seringterjadi, keterbatasandancatatanpentingpadasarana air bersih.

### Saran

1. Pembangunan jaringan perpipaan air bersih dengan sistem pengaliran pompa di wilayah Desa Susulaku A dapat menjadi solusi untuk mendekatkan air bersih ke wilayah ini terutama Dusun II Desa Susulaku A dengan lokasi sumber mata air berada lebih rendah dari pemukiman warga.
2. Perlu adanya sistem operasional dan pemeliharaan jaringan perpipaan yang sehingga sarana yang telah dibangun dapat berkelanjutan pemanfaatannya.

3. Rekomendasi bagi Pemerintah Desa Susulaku A untuk menganggarkan tambahan biaya operasional dan pemeliharaan dari APBD desa untuk membantu masyarakat pengguna air dalam mengurangi iuran perbulan.
4. Rekomendasi bagi Pemerintah Desa Susulaku A untuk menerapkan sistem operasional dan pemeliharaan jaringan perpipaan yang telah ada pada Dusun I (Nautus) sehingga sarana yang telah dibangun dapat berkelanjutan pemanfaatannya.
5. Rekomendasi bagi Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Utara dalam hal ini instansi yang berkaitan yaitu PDAM dan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Timor Tengah Utara untuk membantu masyarakat dalam penyediaan air bersih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adu A, 2006. **Studi Optimasi Penggunaan Sumur Bor Terhadap Ketersediaan Air Bersih di RSS Oesapa, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang**. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Anonim, 2007. **Pedoman Penyusunan Rencana Pengembangan Penyediaan Air Minum**, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. <http://ciptakarya.pu.go.id>.
- Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, 2010, **Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Desa**, National Management Consultant (NMC), Depok.
- Kodoatie R. J, 2002. **Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa**, Andi, Yogyakarta.
- Pemerintah Kabupaten TTU, 2009. **Timor Tengah Utara Dalam Angka 2009**, Badan Pusat Statistik Kab. TTU, Kefamenanu.
- Sutrisno C.T. dkk, 1991. **Teknologi Penyediaan Air Bersih**, Rineka Cipta, Jakarta.
- Tahara H.S, 2000. **Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan**, PT. Paradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmojo B, 2003. **Hidraulika II**, Beta Offset, Yogyakarta.



